



Saksfremlegg til Nasjonalt råd for forurensede sedimenter

Utarbeidet av : SFT

Dato: 10.02.2005

Tema: Erfaringsnotat fra pilotprosjekt i Trondheim havn

☐

Drøftingssak

☒

Realitetsbehandling

Hvorfor saken fremmes:

Erfaringsnotatet fra pilotprosjektet i Trondheim havn er utformet som en del av årsrapporteringen for pilotprosjektet for 2004. Rapporten omfatter en kortfattet beskrivelse av sentrale oppgaver utført i prosjektperioden, samt omfatter en oppsummering av viktige erfaringer som er gjort så langt i prosjektet. Rapporten peker også på gjenværende kunnskapshull.

Pilotprosjektet i Trondheim havn er ikke avsluttet, og erfaringsnotatet legges frem for nasjonalt råd for å informere om foreløpige resultater og erfaringer slik at dette raskest mulig kan nyttegjøres for andre tilsvarende tiltaksprosjekter.

Råd: Sedimentrådet anbefaler at erfaringsnotatet / årsrapporten offentliggjøres som planlagt.

Begrunnelse:

Rådet finner erfaringene og konklusjonene fra pilotprosjektet i Trondheim havn interessante. Rådet påpeker videre viktigheten av at dette formidles og blir tilgjengelig for interesserte i fagmiljøet og bland myndigheter og problemeiere slik at erfaringene kan nyttes nasjonalt.

Eventuell videre oppfølging:

Pilotprosjektet i Trondheim havn videreføres i 2005 med et renseprosjekt og et utvidet overvåkingsprogram. Endelige sluttvurderinger må gjøres når resultater fra dette arbeidet foreligger.

Sedimentrådet peker på viktigheten av langsiktig oppfølging og overvåking av deponiet ved Pir II for best mulig dokumentasjon og erfaring.

Trondheim  Havn

SKANSKA
RAMBOLL



Pilotprosjektet i Trondheim Havn

Årsrapport for 2004

Rapport nr.: 2005-01

Rev.: 0

Dato: 10.02.2005

[illegible]

Prosjekt:	Pilotprosjektet i Trondheim havn
Oppdragsgiver:	Statens forurensningstilsyn (SFT)
Oppdragsreferanse:	Tildelingsbrev fra SFT, ref 2000/532
Oppdragstakers prosjektansvarlig:	Trondheim Havn v/ Wollert Krohn-Hansen

Rapporttittel:	Årsrapport for 2004	
Rapporttype:	Årsrapport	
Ant. sider:	Tegn.nr.:	Vedlegg nr.:
	-	-
Rapport nr.: 2005-01	Rev.nr.: 0	Dato første utsendelse: 10.02.2005

Sammendrag:

Årsrapporten for Pilotprosjektet i Trondheim havn er også utarbeidet som et erfaringsnotat som skal legges frem for Nasjonalt råd for forurensede sedimenter. Rapporten omfatter derfor kortfattet informasjon om sentrale oppgaver i pilotprosjektet som er utført i 2002 og 2003 i tillegg til oppgaver utført i 2004. Rapporten omfatter også en diskusjon av erfaringer i prosjektet så langt, samt at det pekes på enkelte sentrale kunnskapshull.

Utførende:	Rambøll NorgeAS	Intern prosj.ref.:	620375A
Utarbeidet av:	Randi Skirstad Grini	Dato/sign.:	10.02.2005/
Kontrollert av:	Kyrre Emaus	Dato/sign.:	10.02.2005/
Godkjent av:	Jan Angelsen, Trondheim havn	Dato/sign.:	10.02.2005/
Verifisert av:	Jan August Myhrstad, DNV Consulting	Dato/sign.:	10.02.2005/
Dato denne revisjon:	10.02.2005	Rev. nr.:	0

INNHold

1	INNLEDNING	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Kort om Pilotprosjektet i Trondheim havn	3
1.3	Rapportens innhold	3
2	MILJØMÅL	4
3	PROSJEKTADMINISTRASJON	4
3.1	Fremdrift og faseinndeling	4
3.2	Organisering	5
3.3	Informasjonsstrategi	5
3.4	Finansiering	6
4	SAMMENDRAG AV UTGITTE RAPPORTER I 2004	6
4.1	Utførte arbeider 2003 og 2004	6
4.2	Rapport 2005-020, rev 0. Overvåking av mudring og deponering av forurenset SEDIMENT I TRONDHEIM HAVN - FASE 2	8
4.3	Fugro Oceanor rapport C75019/3406/R1.: Overvåking av miljøgifter i marine organismer i Trondheim havn 2004	10
4.4	Rapport 2003-016, rev 02. Kost-nytte vurdering for mudring og stabilisering ...	11
4.5	Rapport 2003-017, rev 0. Lokale tiltaksfond	12
4.6	Rapport 2004-019, rev 0. Renseteknologi (litteraturstudium)	13
5	DISKUSJON AV ERFARINGER	14
5.1	Administrative oppgaver	14
5.2	Prosjektutførelse	14
5.3	Tiltaksanalyse og måloppnåelse	15
5.4	Kontroll og dokumentasjon	15
5.5	Finansiering, kostnader, nytte vurderinger	16
6	GJENSTÅENDE KUNNSKAPSHULL	17

1 INNLEDNING

Pilotprosjektet i Trondheim havn er ett av fire pilotprosjekter som er initiert og delvis finansiert av SFT. Prosjektet utføres i samarbeid mellom Trondheim Havn, Rambøll, DNV Consulting og Skanska.

1.1 Bakgrunn

Trondheim Havn fikk i 2001 tillatelse til å etablere et stranddeponi ved Pir II for deponering av forurensede sedimenter. Deponiet har en total kapasitet på ca. 77 000 m³ masse. Trondheim havn er en elvehavn, og det er et behov for vedlikeholdsmudring av i størrelsesorden 20 000 m³ i de aktive trafikkområdene i havna hvert andre år. Forut for søknad om Pilotprosjektet ble det gjennomført en kartlegging av forurensning i Trondheim havn, som viste at det var sterkt forurensede sedimenter også i områder som ikke blir berørt av vedlikeholdsmudring.

Vinteren 2002 arbeidet samarbeidsgruppen Skanska (tidl. Selmer Skanska), DNV Consulting og Rambøll (tidl. Scandiaconsult) med en intensjonsavtale om å etablere ett eller flere samarbeidsprosjekter for utvikling av tiltaksløsninger knyttet til forurensede sedimenter. Rambøll har vært miljørådgiver for Trondheim Havn siden 1997, og har også vært ansvarlig for utredninger og søknader knyttet til etableringen av deponiet. Da SFTs utlysning om prosjektforslag kom, ga dette en mulighet til utprøving av blant annet ”massestabilisering”, som ikke ville blitt gjennomført i et tradisjonelt prosjekt.

1.2 Kort om Pilotprosjektet i Trondheim havn

Pilotprosjektet i Trondheim havn ble offisielt tildelt pilotprosjektstatus i brev fra SFT datert 28.06.2002. Prosjektet har fokus på følgende fire hovedaktiviteter:

- Tiltaksanalyse (systematisk vurdering og prioritering av tiltaksområder).
- Tiltaksgjennomføring (mudring, deponering, massestabilisering og rensing).
- Økonomisk / juridisk analyse (kost-nytte vurdering samt vurdering av tiltaksfond).
- Overvåking, dokumentasjon og informasjon.

1.3 Rapportens innhold

Denne rapporten er en årsrapport for utførte arbeider i Pilotprosjektet i Trondheim Havn i 2004.

Rapporten er også utarbeidet som et erfaringsnotat og skal legges frem for Nasjonalt råd for forurensede sedimenter. Rapporten omfatter derfor kortfattet informasjon om sentrale oppgaver i pilotprosjektet som er utført i 2002/2003 i tillegg til oppgaver utført i 2004. Rapporten omfatter også en diskusjon av erfaringer i prosjektet så langt samt sentrale kunnskapshull.

Følgende selvstendige delrapporter utgjør grunnlaget for denne årsrapporten:

- Rapport 2004-014, rev 01. Utførte arbeider 2003 og 2004
- Rapport 2003-015, rev 02. Overvåking av mudring og deponering av forurenset sediment i Trondheim havn - fase 2

- Fugro Oceanor rapport C75019/3406/R1: Overvåking av miljøgifter i marine organismer i Trondheim havn 2004.
- Rapport 2003-016, rev 02. Kost-nytte vurdering for mudring og stabilisering
- Rapport 2003-018, rev 04. Informasjon

2 MILJØMÅL

Pilotprosjektet har vurdert miljømål for tiltak i Trondheim havn i form av fire foreslåtte ambisjonsnivåer.

Ambisjonsnivå 0: *Det foretas ikke noe tiltak i de forurensede sedimentene i Trondheim havn og omgivelsene i Trondheimsfjorden. Eventuell forbedring av miljøtilstanden i sedimentene vil være avhengig av at det foregår en tildekking av de forurensede sedimentene som følge av sedimentasjon.*

Ambisjonsnivå 1: *Spredning av miljøgifter til andre områder fra de mest belastede arealene skal ikke forekomme.*

Ambisjonsnivå 2: *Trondheim havn og omgivelser i Trondheimsfjorden skal ha en miljøkvalitet som sikrer egnethet for fiske og fangst. Dette sikres ved at alle kostholdsråd skal kunne oppheves innen 10 år etter at tiltak er utført.*

Ambisjonsnivå 3: *Tilstanden i Trondheim havn og omgivelser i Trondheimsfjorden skal forbedres slik at miljøgifter i fjorden ikke har noen økologiske effekter på biota (fisk, skalldyr, alger etc.).*

3 PROSJEKTADMINISTRASJON

3.1 Fremdrift og faseinndeling

Formell oppstartsdato i prosjektet var 08.08.2002. Arbeidet ble innledet med å overføre mest mulig erfaringer og kompetanse fra Rambøll Finland (tidl SCC Viatek) vedrørende stabilisering av løsmasse og sedimenter. Dette ble innledet ved at arbeidsgruppen samt Fylkesmannen i Sør-Trøndelag deltok i møter i Luopioinen, Finland 29-30.08.2002.

Etter planlegging og forberedende arbeider som beskrevet i årsrapport for 2002, er prosjektet utført i to faser. De fysiske arbeidene i fase 1 ble utført i perioden desember 2002 til februar 2003. Fase 2 ble utført fra midten av desember 2003 til ultimo februar 2004. Hovedaktivitetene i de to fasene har vært:

- **Fase 1:**
Mudring i Ilsvika. Lektertransport til Pir II med stabilisering av sedimentene i støpte blandekar på land før utlegging i deponiet. Totalt mudret volum var ca. 21 000 m³ inkludert ettermudring i Ila. Derav er ca 11 000 m³ stabilisert med sement, samt filteraske fra Norske Skog på Skogn.
- **Fase 2:**
Mudring i Nyhavna. Lektertransport til Pir II med utlegging og stabilisering direkte i deponiet etter utpumping / senking av vannstanden. Totalt mudret volum var ca 24 000 m³ hvorav ca 10 000 m³ ble stabilisert med sement og delvis sement/kalk.

Differansen mellom mudret og stabilisert volum skyldes at det er lagt vekt på å utnytte naturlige avgrensninger av mudringsområdene for å redusere rekontaminering i ferdig mudret område. Det har også vært et ønske å behandle og sikre størst mulig volum av forurensede sedimenter innenfor prosjektets økonomiske rammer.

Mudringsområdet er valgt på bakgrunn av den utførte tiltaksanalysen. Det er også gjennomført en kost-nytte vurdering på bakgrunn av de fysiske arbeidene i fase 1 og 2. I tillegg er trinn 1 av den økonomiske-/juridiske vurderingen av muligheter for etablering av lokale tiltaksfond utført i 2003, mens trinn 2 er under utførelse.

Sluttdato for prosjektet var opprinnelig satt til 01.12.2004. Pilotprosjektet videreføres imidlertid med et renseprosjekt og et utvidet overvåkingsprogram. Sluttdato er derfor utsatt ett år.

3.2 Organisering

Prosjektansvarlig er Havnedirektøren i Trondheim Havn. Prosjektet er organisert med en styringsgruppe og en arbeidsgruppe som består av de samarbeidende selskapene Trondheim Havn, Rambøll Norge AS, DNV Consulting og Skanska. Arbeidsgruppen har et felles ansvar for prosjektet. I tillegg deltar Trondheim kommune og Fylkesmannen i Sør-Trøndelag som representerer hhv de lokale og regionale myndigheter. En deltager fra Vitenskapsmuseet ivaretar marinarkeologiske forhold. Kvalitetssikring og verifikasjon utføres av en representant fra DNV Consulting. Det har vært enkelte utskiftninger i prosjektorganisasjonen i 2004.

Det er utarbeidet en egen Prosjektkvalitetsplan (PKP) for prosjektet. De enkelte selskaper har definerte ansvarsoppgaver. Selvsjekk og verifikasjon skal utføres i henhold til de samarbeidende selskaperes egne kvalitetsprosedyrer. Endelig verifikasjon av rapporter som utgis av prosjektet skal utføres av prosjektets verifikatør.

Det har vært gjennomført en intern verifikasjon av prosjektet i 2004.

3.3 Informasjonsstrategi

Pilotprosjektet i Trondheim havn har en bevisst holdning til en aktiv formidling av erfaringer fra prosjektet. Det er lagt stor vekt på åpenhet under hele prosessen i prosjektet, og all skriftlig informasjon som utarbeides i prosjektet er offentlig tilgjengelig.

Det er også lagt vekt på at alle på anleggsplassen og berørte naboer har kunnskap om hensikten med prosjektet og hva prosjektet omfatter. Dette er sikret i form av grundig informasjon i forkant av anleggsarbeidene.

Informasjon om prosjektet blir løpende oppdatert på Trondheim Havn sin hjemmeside www.trondheim.havn.no, samt på SFTs hjemmesider. Det er utarbeidet brosjyremateriell og informasjonsvideo både på norsk og engelsk. Informasjonsvideoen kan ses på www.trondheim.havn.no.

Prosjektet har blitt presentert ved flere anledninger i ulike miljø- og havnefaglige fora, både nasjonale og internasjonale, i tillegg til separate informasjonsmøter og befaringer arrangert ved henvendelser. Pilotprosjektet har også initiert studentoppgaver for masterstudenter ved NTNU samt at et PhD-studium, også ved NTNU, er satt i gang.

For å sikre en enhetlig informasjon til fagmiljøer og media, er prosjektleder ansvarlig for all informasjon fra prosjektet. Prosjektet har videre engasjert en informasjonsrådgiver i Trondheim kommune for å bistå i informasjonsarbeidet i prosjektet.

Mer detaljert beskrivelse av informasjonsstrategi og utførte informasjon aktiviteter er gitt i "Rapport 2003-018, rev 04. Informasjon".

3.4 Finansiering

Prosjektets kostnadsramme var opprinnelig budsjettert til kr 49,1 millioner. Derav er til sammen 29 millioner kroner finansiert av SFT, fordelt over tre bevilgninger datert 28.06.2002, 03.04.2003 og 15.03.2004. Resterende beløp er i hovedsak finansiert av Trondheim Havn med bidrag fra Trondheim kommune.

4 SAMMENDRAG AV UTGITTE RAPPORTER I 2003 OG 2004

4.1 Utførte arbeider 2003 og 2004. Rapport 2004-014, rev 01.

En detaljert beskrivelse av utførte arbeider i Pilotprosjektet er gitt i rapport 2004-014, rev 01. Beskrivelse av forberedende arbeider er gitt i rapport 2003-013, rev 03.

Metodikk – mudring, stabilisering, deponering

Arbeidene i fase 1 har omfattet mudring av 21 000 m³ samt stabilisering og deponering av ca 11 000 m³ sedimenter fra Ilsvika. Stabiliseringen er utført på land i prefabrikkerte blandekar før utlegging av de stabiliserte massene i vannfylt deponi. Det er benyttet sement og filteraske i forskjellige innblandingsforhold som bindemiddel.

I fase 2 er mudringen utført i Nyhavna og omfatter ca 24 000 m³ sediment, hvorav 10 000 m³ ble stabilisert. Stabiliseringen er i denne fasen utført direkte i deponiet etter senking av vannstanden til ca kote +1. I fase 2 er det benyttet sement og delvis sement/kalk som bindemiddel.

Mudringen er i begge faser foretatt med spesialgrabb. Massene ble lastet i tette lektere som ble slept til kai på Pir II like ved deponiet.

Arbeidene under fase 1 har vist at den benyttede innblanding med sement og filteraske er relativt tidkrevende da filterasken har vesentlig lavere tyngdetetthet enn sement, og medfører derfor lengre tidsbruk for injisering i sedimentene.

Stabilisering direkte i deponiet har vist seg effektivt og har medført en bedre logistikk sammenlignet med metoden som ble benyttet i fase 1. Fasthetsøkningen i stabiliserte masser har skjedd relativt raskt og dermed gitt god bæreevne og fremkommelighet på stabiliserte områder etter kort tid.

Geoteknisk oppfølging

Utført kontroll under anleggsutførelsen fra fase 1 har vist at det oppnås god innblanding og meget god trykkstyrke i de massene som er stabilisert med sement og filteraske i blandekarene på land. Etter dumping av de stabiliserte massene i vannfylt deponi indikerer undersøkelser at kvaliteten kan være varierende og at massene får inhomogen struktur. Alternative utleggingsmetoder for stabiliserte masser i vannfylt deponi bør derfor vurderes.

Utførte laboratorieforsøk med ulike bindemidler på sedimenter fra Nyhavna i fase 2, viser at de stabiliserte massene har tilfredsstillende styrkeegenskaper både med sement,

sement/aske, sement/kalk og sement/aske/kalk som bindemiddel. Undersøkelser i deponiet viser markert styrkeøkning i de stabiliserte massene. Undersøkelsene indikerer større homogenitet i områder som er stabilisert direkte i deponiet sammenlignet med de områder der metode fra fase 1 ble benyttet.

Permeabilitetstester viser at permeabiliteten i stabiliserte masser fra Nyhavna er i størrelsesorden 10^{-8} m/s. Dette er omtrent tusen ganger mindre enn permeabiliteten i ustabiliserte sedimenter. De stabiliserte sedimentene danner en lite permeabel struktur i deponiets randsone. Dette har resultert i at vannstanden inne i deponiet er svært lite påvirket av variasjoner i ytre vannstand til tross for tidevannsforskjeller på mer enn 2 m i gjennomsnitt. Den lave permeabiliteten har også gjort det mulig å senke vannstanden i deponiet ved utpumping til ca kote +1 før oppstart av fase 2 med stabilisering direkte i deponiet.

Miljøteknisk oppfølging

Sedimentundersøkelser

Konsentrasjonen av miljøgifter i Ilsvika er betydelig redusert etter mudring. Det er påvist noe gjenværende forurensning i én stasjon ned til ca 20 cm dybde. Dypere liggende sedimenter er rene. Videre ble det observert et øvre slamlag med tykkelse varierende fra 0 til 4 cm i prøvene. Analysene viser at slammet i topplaget har et innhold av tungmetaller og organiske miljøgifter som er i samme størrelsesorden som konsentrasjoner før mudring. Det øvre slamlaget antas å skyldes en kombinasjon av resedimentering av oppvirket materiale og utglidning av forurensede masser i omkringliggende områder hvor det enda ikke var mudret. Slamlaget består av finpartikulært materiale med relativt høyt organisk innhold som lett kommer i suspensjon, og som inneholder relativt sett høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter. Gjenværende sedimenter under det øvre slamlaget, klassifisert i tilstandsklasse I og II, anses som rene.

Tilsvarende forhold er vist etter mudring i Nyhavna i fase 2, hvor det stedvis ble påvist et øvre slamlag med mektighet opp til 3 cm. Innholdet av miljøgifter i de øvre 5 cm er lite endret, bortsett fra for TBT hvor gjennomsnittskonsentrasjonen i de øvre 5 cm er redusert med 70 %. Dette kommer i tillegg til at 24 000 m³ forurensede sedimenter fordelt ut over hele Nyhavna-bassenget med opp til 1 meters mektighet er mudret og sikret i deponiet.

Basert på erfaringer fra fase 1 er det i fase 2 gjennomført en langt mer detaljert kartlegging av sedimentene både før og etter mudring. Det ble rettet et spesielt fokus på forurensninger i topplaget av sedimentene. Erfaringen fra pilotprosjektet viser behov for systematiske forundersøkelser, både som grunnlag for å planlegge mudringen og for å dokumentere effekten av tiltaket. Fremtidige forundersøkelser bør imidlertid fokusere mindre på analyser i topplaget og i stedet omfatte flere analyser ned til større dybde slik at riktig mudringsdybde kan bestemmes nøyaktig. Kjerneprøver med kun massebeskrivelse vil ofte være et godt supplement til kjemiske analyser.

Utlekkingsforsøk

Utlekkingsforsøk er hovedsakelig utført ved hjelp av ristetester (EN 12457) med både ferskvann og saltvann. Erfaringene fra Pilotprosjektet har vist at metoden er uegnet for stabilisert materiale. Resultater fra utførte utlekkingsundersøkelser ved hjelp av ristetesten gir kun generelle indikasjoner på kjemiske prosesser, og vurderes som lite relevante for å forutsi den faktiske utlekkingen fra deponiet. I løpet av prosjektet har det også blitt klart at ristetesten er uegnet for organiske forurensninger.

Det er også utført utlekkingsforsøk ved bruk av diffusjonstest (NEN 7345). Resultater fra diffusjonstesten bekrefter i stor grad at ristetesten gir et ekstrembilde av utlekkingspotensialet, men også denne metoden har svakheter.

De utførte undersøkelsene indikerer varierende utlekking avhengig av bindemiddel og blandingsmetode. Sementbasert stabilisering av forurensede sedimenter påvirker redoksforhold, pH, ionebytteprosesser og andre kjemiske forhold ulikt for ulike forurensninger. Uten justering av pH eller redoksforhold, indikerer ristetesten økt mobilitet av tungmetallene krom, kobber og nikkel, mens utlekkingen av sink og kadmium er stabil eller reduseres.

Generelt er innholdet av tungmetaller høyere i sjøvannseluat enn i ferskvannseluat, bortsett fra for bly hvor utlekkingen i sjøvann er lavere.

Vurdering av utlekkingsrisiko fra deponiet

Utlekking fra deponiet vil enten skje som følge av strømming eller diffusjon. I deponiet ved Pir II er strømming som følge av tidevannsfluktuasjoner og komprimering av innfylte masser vurdert å representere størst utlekking. Det er kun i deponiets tidevannspåvirkede sone hvor det tidvis vil være en utadrettet gradient og dermed risiko for en utadrettet strømming. Stabilisering av sedimentene reduserer denne risikoen ved at permeabiliteten reduseres vesentlig.

Effekten av endrede redoksforhold er teoretisk aktuell med tanke på risiko for økt utlekking som følge av tidevannspåvirkning. Det er imidlertid svært lite sannsynlig at tidevannets fluktuasjoner medfører endringer i redoksforholdene i deponiet. Først og fremst på grunn av at den lave gjennomstrømningshastigheten i både filtersonen og i de stabiliserte sedimentene medfører svært liten tilførsel av nytt oksygenrikt sjøvann. I tillegg kommer tidevannets korte intervaller som medfører at all masse i deponiet, bortsett fra et tynt lag langs deponiets ytre filtersone, vil være upåvirket av tidevannets fluktuasjoner. Normalt vil heller ikke tidevannsfluktuasjoner tilføre nok oksygen inn i de reduserte massene til at redoksforholdene endres og dermed påvirker utlekkingsbildet.

4.2 Overvåking av mudring og deponering av forurensset sediment i Trondheim havn - fase 2. Rapport 2005-020, rev 0.

Resultater fra overvåkingen i fase 1 er tidligere presentert i rapport 2003-15 rev. 01 sammen med årsrapport for 2003.

Rapport 2005-020 rev 0 presenterer resultatene fra overvåkingen av mudringen i Nyhavna og overvåking av deponiet ved pir II i 2004. Overvåkingen av mudringen ble gjennomført i perioden 15.01.2004 til 12.03.2004, mens overvåkingen av deponiet ble gjennomført i perioden 12.03.2004 til 14.05.2004. Overvåkingen ble gjennomført ved bruk av sedimentfeller og passive prøvetakere. Denne overvåkingen er et supplement til turbiditetsmålinger utført av Rambøll i tiltaksperioden og overvåking av deponiet med grisetang og blåskjell utført av Fugro Oceanor og Rambøll.

Mudringsperioden

Målingene viser avtagende nivåer med økende avstand fra mudringsområdet, noe som indikerer at mudringen bidrar til å introdusere forurensede partikler til vannsøylen. Dette gjelder i første rekke PCB, PAH og TBT, og nivåene av metallene kan karakteriseres som lave. Det er imidlertid vanskelig å skille mellom hvorvidt nivåene ute i havnebassenget

skyldes tilførsler fra Nidelva, mudringen eller begge. Det er ved flere tilfeller høyere nivåer i Nyhavna enn i Nidelva, men det er usikkert i hvilken grad partikler transporteres ut av Nyhavna, noe som blant annet er avhengig av lokale strømforhold. "Spot-målinger" av turbiditet i forskjellig avstand fra grabben viser at spesielle strømforhold i Nyhavna-bassenget er en medvirkende årsak til relativt høy turbiditet. En "strømvirvel" med retning inn i bassenget synes å medvirke til målte turbiditetsverdier av omtrent samme størrelsesorden både like ved grabben og opptil 50-100 meter fra grabben i strømmens retning. Måling ved innløpet til Nyhavna viser imidlertid svært lave verdier på samme tidspunkt og indikerer at oppslemmet materiale i liten grad blir transportert ut av Nyhavna-bassenget.

På den annen side er det for flere miljøgifter, både metaller og organiske, høyere nivåer ved stasjon MUD-03 lokalisert ved innseilingen til Nyhavna, enn ved stasjon MUD-01 lokalisert i Nidelva oppstrøms stasjon MUD-03. Det betyr at nivåene på stasjon MUD-03 vanskelig kan forklares utelukkende på bakgrunn av tilførsler fra Nidelva og kan tyde på en påvirkning av mudringen, som i så fall indikerer transport ut av Nyhavna bassenget. Plassering av prøvestasjoner er vist på figur 1.



Figur 1: Plassering av overvåkingsstasjoner ved deponiet ved Pir II i 2004. I tillegg ble det satt ut passive prøvetakere i en brønn i deponiveggen.

Overvåking av deponiet

Resultatene viser at det er høye konsentrasjoner av partikkelbundet PAH og TBT i vannsøylen i havnebassenget. De høye konsentrasjonene av PAH og TBT i vannsøylen kan ikke relateres til deponiet. Resultatene indikerer at deponiet er blitt tettere ved at nivåene av løste metaller og organiske miljøgifter er betydelig høyere inne i deponiet enn i brønnen i deponiveggen som er på samme nivå som ute i havnebassenget og betydelig lavere enn i 2003. At deponiet er blitt tettere støttes av vannstandsmålinger i deponiet som viser at vannstanden i deponiet er stabil og uavhengig av tidevannssyklusen.

4.3 Overvåking av miljøgifter i marine organismer i Trondheim havn 2004. Fugro Oceanor rapport C75019/3406/R1.

I tillegg til overvåkingen som utføres i Pilotprosjektet, gjennomføres en årlig overvåking av deponiet av Fugro Oceanor. Dette overvåkingsprogrammet løper over flere år og bekostes av Trondheim Havn.

Overvåkingen består av målinger av miljøgifter i blåskjell og i tang. Prøver av blåskjell og tang tas fra tre stasjoner utenfor deponiet og fra to referansestasjoner, en ved Lade molo og en i Korsvika. Det har tidligere vært ytterligere en stasjon inne i deponiet. Denne stasjonen har utgått på grunn av at det nå er deponert sedimenter i dette området. Stasjonenes plassering er vist på kartet i figur 2.



Figur 1: Plassering av stasjoner og referansestasjoner for overvåking av deponi.

Det foreligger data fra området fra 1987, 2001, 2002 og 2003. Data fra 2002 og 2004 er relatert til etableringen av deponiet. Den siste prøvetakingen ble foretatt i november 2003, det vil si ca 10 måneder etter mudring og deponering i fase 1. Resultater fra denne prøvetakingen er beskrevet i Oceanor rapport OCN R-24003 og er presentert i forbindelse med årsrapport i pilotprosjektet for 2003.

Overvåkingsprogrammet omfatter prøvetaking av grise-/blæretang og blåskjell for analyser av arsen, kadmium, krom, kobber, nikkel, bly, sink og kvikksølv. Blåskjell er i tillegg analysert for TBT, PAH og PCB. Prøver av blåskjell og/eller blæretang/grisetang er tatt i til sammen 5 lokaliteter, som vist på figur 2.

Blåskjell i årets undersøkelse inneholdt moderate mengder arsen (tilstandsklasse II). Videre var innholdet av metaller lavt og blå skjellene klassifiseres i beste klasse (tilstandsklasse I). Når det gjelder innholdet av TBT klassifiseres skjell, med unntak av Nyhavna, i nest beste klasse (tilstandsklasse II). Skjell fra Nyhavna er fortsatt forurenset av TBT og klassifiseres i tilstandsklasse IV.

Innholdet av organiske miljøgifter i blåskjell er lavt. Kvantifiseringsgrensen for PCB er høyere enn øvre grense for SFT's tilstandsklasse I. Innholdet av PCB er under kvantifiseringsgrensen for samtlige stasjoner, og klassifiseres i tilstandsklasse II eller bedre. Ved tidligere års undersøkelser er det også kun påvist lavt innhold av PCB, med unntak av Nyhavna.

Innholdet av kobber i tang fra de to overvåkingsstasjonene Deponi V og Deponi Ø har økt noe i løpet av det siste året, og klassifiseres i en høyere tilstandsklasse (II) enn tidligere. Dette gjelder også mengden av nikkel og sink fra Deponi Ø. Ellers karakteriseres metaller i tang i tilstandsklasse I.

Det er kun lokaliteten Nyhavna som karakteriseres som forurenset med bakgrunn i innhold av TBT og organiske miljøgifter i blåskjell. Blåskjell og tang fra de øvrige lokalitetene klassifiseres enten i beste eller nest beste tilstandsklasse for de undersøkte parametrene, henholdsvis ubetydelig-lite og moderat forurenset. Generelt ser det ut til å være liten variasjon mellom stasjoner og undersøkelsesår. For blåskjell er det i årets undersøkelse registrert et redusert innhold av enkelte miljøgifter, mens det for tang er påvist et høyere innhold av enkelte metaller enn tidligere.

4.4 Kost-nytte vurdering for mudring og stabilisering. Rapport 2003-016, rev 02.

Pilotprosjektet i Trondheim havn har som mål å utvikle metoder for å fjerne forurensete sedimenter fra havneområdet og stabilisere disse i et egnet deponi i havneområdet.

En åpenbar nytteverdi på grunn av at forurensete sedimenter er fjernet er bedre vannkvalitet og mindre forurensete sedimenter. I tillegg vil et deponi med stabiliserte masser også føre til økte havnearealer og dermed mulighet for ekstra salgs- eller leieinntekter for Trondheim Havn.

Pilotprosjektet har delvis benyttet restprodukter fra industrien som tilsats ved stabiliseringen. I pilotprosjektets fase 1 ble filteraske benyttet som bindemiddel i tillegg til sement. På denne måten har et restprodukt blitt utnyttet som en ressurs. I fase 2 er det i all hovedsak blitt benyttet sement, men også mindre mengder kalk.

Kostnaden for mudring, stabilisering og deponering har i fase 1 vært 8,4 mill. kr for 11 000 m³ forurensete sedimenter. I fase 2 har tilsvarende kostnad vært 7,7 mill. kr. for 10 000 m³ forurensete sedimenter. I fase 1 har stabiliseringen vært utført i blandekar på land, hvilket har medført ekstra transport av massene. I fase 2 ble stabiliseringen utført direkte i deponiet. Det var derfor forventet noe lavere kostnader når stabiliseringen foregikk direkte i deponiet (fase 2). Resultatene bekrefter også at kostnaden ble redusert i fase 2 (770 kr/m³ mot 780 kr/m³ i fase 1), om enn ikke så mye som forventet. Den viktigste forklaringen til at kostnadsreduksjonen er beskjedne, er at det ble blandet inn mer sement i fase 2 og at

prisen på sement samtidig hadde økt. Ved uendret innblandingsforhold og sementpris ville besparingen i fase 2 ha vært ca. 10 % i forhold til fase 1 (i kr/m³).

Der er beregnet en kostnad ved ”ideell” fremdrift i størrelsesorden 300 kr/m³ for mudring, transport, stabilisering og innfylling i deponi (ekskl. etablering av deponi). Med ”ideell” fremdrift menes mudring og stabilisering av forurenset sediment i et større fullskala kommersielt prosjekt (>100 000 m³), hvor det mudres mellom 450-800 m³ i døgnet og hvor stabilisering foregår direkte i deponiet, slik det ble gjort i fase 2.

Den totale kostnaden for å deponere 77 000 m³ forurensede sedimenter i deponiet ved Pir II er ca 40 mill. kroner. Her er alle kostnader medregnet, dvs. kostnader for bygging av deponi, mudring, transport og innfylling i deponi, stabilisering av 21 000 m³, planlegging, administrasjon og rapportering, samt avslutning av deponiet. Dersom all masse skulle blitt levert til NOAH Langøya, ville kostnaden inkludert mudring og transport vært i størrelsesorden 70 mill kroner. Dette er dyrere enn den valgte løsningen. I tillegg kommer at deponering og stabilisering i et stranddeponi gir en merverdi i form av nytt landareal på 25 000 m² som grunneieren kan utnytte for utleie eller salg.

I kost-nyttebetraktninger finnes flere typer økonomiske verdsettingsmetoder. For tiltak i forurensede sedimenter kan følgende metoder være aktuelle:

- Betalingsvillighetsstudier (Contingent valuation)
- Eiendomsprismetoden (Hedonic pricing)
- Nytteoverføring (Benefit transfer)

For tiltakene i Trondheim havn er det utført en enkel vurdering av eiendomspris for det nye landarealet som innvinnes (25 000 m²). Området vil sannsynligvis brukes som lagringstomt for utendørs lagring av gods med en forventet årlig leieinntekt på 1,5-2,0 mill. kr. Etablering av næringsbygg kan gi en årlig leieinntekt på 12,5 – 17,5 mill. kr. Hvis etablering av boliger hadde vært aktuelt, ville tomten hatt enda større verdi. Det understrekes at dette er grove estimater.

4.5 Lokale tiltaksfond. Rapport 2003-017, rev 0.

Formålet med et lokalt tiltaksfond er å sikre en lokal finansiering som sammen med statlig finansiering skal sikre en helhetlig opprydning av sedimentforurensningen i havneområdet. I den utførte vurderingen fokuseres det særskilt på potensielle finansieringskilder samt i hvilken grad offentlige plikter kan oppfylles gjennom avtale. Forhold knyttet til fondets organisering og funksjoner vil bli vurdert i løpet av 2005.

Følgende hovedelementer er vurdert i rapporten:

- Tiltaksplikt og kostnadsansvar
- Refusjon av kostnader hvor forurensningsmyndighetene har gjennomført tiltak
- Erstatningsansvar
- Vurdering og sammenligning av ansvarsgrunnlagene
- Kommunal finansiering av opprydningstiltakene
- Oppfyllelse av ansvar gjennom innbetaling til et lokalt tiltaksfond, avtaleregulering

I hvilket omfang opprydningstiltakene i havneområdene kan sikres gjennom lokal finansiering ved bruk av rettslige virkemidler, vil variere fra havn til havn. Dette innebærer også at størrelsen på eventuelle innbetalinger fra de ansvarlige vil variere. Den naturlige

innfallsvinkelen for den lokale finansieringen av opprydningstiltakene er det miljørettslige prinsippet om at den ansvarlige for forurensningen skal bære kostnadene ved opprydningen. I denne sammenheng må ulike ansvarsgrunnlag vurderes. Forurensningslovenes regler om tiltaksplicht og kostnadsansvar, myndighetens regressmuligheter ved gjennomførte tiltak og reglene om erstatningsansvar er spesielt aktuelle. Selv om de som har forårsaket sedimentforurensningen er de primære ansvarssubjekter, vil også andre kunne holdes ansvarlig. Dette avhenger av de konkrete omstendigheter. Tiltaksplichten er begrenset til tiltak som står i et rimelig forhold til de skader og ulemper som skal unngås. I hvilken grad erstatningsreglene kan anvendes vil også kunne avhenge av denne begrensningen. Hvilke begrensninger regelen innebærer må vurderes konkret.

Rapporten omfatter også en vurdering av om anløpsavgiften samt vann- og avløpsavgiften kan benyttes til oppryddingstiltak i forurensede sedimenter.

Oppfyllelse av ansvaret gjennom innbetaling til et lokalt tiltaksfond, vil normalt forutsette binding av forurensningsmyndighetenes kompetanse etter forurensningsloven. Det vurderes som mulig å binde forvaltningskompetansen slik at de tiltaksplichtige gjennom avtale oppfyller sin tiltaksplicht ved innbetaling til et lokalt tiltaksfond, under bestemte forutsetninger.

Det må påregnes at det i enkelte deler av havneområdet ikke vil være mulig å identifisere noen ansvarlig for sedimentforurensningen. I tillegg vil det kunne oppstå rettslige begrensninger. I lys av de uttalelser som har kommet til uttrykk i Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav, må staten derfor selv bidra til finansieringen for å sikre en helhetlig opprydning.

4.6 Renseteknologi (litteraturstudium). Rapport 2004-019, rev 0.

Rensing av sedimenter gjøres enten ved at forurensningen fjernes fra materialet, endres til mindre farlige forbindelser eller dekomponeres. Dette kan oppnås ved bruk av følgende hovedprinsipper:

- Mekanisk behandling
- Kjemisk behandling
- Termisk behandling
- Biologisk behandling

Rensing av sedimenter er per i dag generelt mer kostnadskrevende enn andre tiltaksmetoder. Fremtidige miljøkrav knyttet til deponering og eventuelle andre tiltak forventes å øke slik at rensealternativer blir mer økonomisk interessante. Valg av rensing fremfor andre tiltak avhenger derfor først og fremst av ytre forhold som pålegg og krav fra myndigheter og lokalsamfunnets aksept. I tillegg vil tilgjengelig teknologi og tilgang til nødvendige arealer for midlertidig behandling være avgjørende for valg av behandlingsmetode.

Høy renseeffekt er oppnådd både ved termisk desorpsjon, væskeekstraksjon, sedimentvasking og biologisk behandling.

Når forurensningen kan knyttes til spesielle partikkelstørrelser, er spesielt mekanisk separasjon aktuelt for å redusere volum masse som trenger videre behandling. Det er nødvendig å inneha god kunnskap om forurensningens sammensetning og fordeling, samt om sedimentenes sammensetning er egnet for valgte metode.

Følgende rensemetoder er vurdert som aktuelle for Pilotprosjektet i Trondheim havn:

- Våt-mekanisk separasjon
- Kombinasjon av mekanisk separasjon og våt-kjemisk oksidasjon
- Forbrenning
- Biologisk on-site rankekompostering for vurdering av TBT-nedbrytning

5 DISKUSJON AV ERFARINGER

Det gjenstår fortsatt en del arbeid i Pilotprosjektet, og det er for tidlig å trekke endelige konklusjoner for flere av forholdene det arbeides med. Følgende generelle vurderinger er basert på erfaringene så langt:

5.1 Administrative oppgaver

- Organiseringen av prosjektet med en tverrfaglig, ansvarlig kompetansegruppe har vært meget vellykket og vurderes som godt egnet for denne type prosjekter hvor utvikling er en sentral del av oppgaven.
- Det har vært positivt å gjennomføre jevnlige arbeidsgruppemøter hvor også myndighetskontaktene deltar. Dette har gitt mulighet til nyansert informasjon og skapt en felles forståelse av prosjektets målsetting samt gjensidig tillit.
- Ved å informere grundig i forkant av tiltaket til alle berørte parter, samt ha stor åpenhet omkring prosjektets hensikt, unngås mange misforståelser og unødige negativt fokus som krever stort tidsbruk.

5.2 Prosjektutførelse

- Benyttet mudringsutstyr har vært effektivt og mudringen har i all vesentlighet blitt utført uten overskridelser av tillatte grenseverdier for turbiditet.
- Stabilisering direkte i deponi har vist seg mer effektivt enn metoden som ble benyttet i fase 1 av prosjektet. Homogeniteten av masser som ble stabilisert direkte i deponiet synes også å bli bedre. Ved deponering av stabiliserte masser i vannfylt deponi vil det være interessant å vurdere alternative metoder til det som ble benyttet i fase 1.
- Styrkeøkningen i stabiliserte masser i deponiet skjer relativt rask. Målt styrke av massene harmonerer godt med det en forventet ut fra forutgående laboratorieanalyser.
- Erfaringer viser at valg av bindemiddel, innblandingsmetode og rekkefølgen av operasjoner har stor betydning for oppnådd fasthet og også for økonomisk drift.
- Bruk av restprodukter som bindemiddel har et fremtidig potensiale, men krever inngående forundersøkelser og kjemisk evaluering.
- Deponiet er lite permeabelt og synes lite påvirket av fluktuasjoner i ytre vannstand. Det vil si at vanngjennomstrømningen er vesentlig redusert.
- Det er vist at det er noe gjenværende forurensning i de områder hvor det er mudret, selv ved bruk av spesialgrabb tilpasset for å redusere spredning av forurensninger. Det er imidlertid dokumentert at konsentrasjonen av TBT i topplaget i de

gjenværende sedimentene er redusert med i størrelsesorden 70 %. Øvrige parametere er i samme størrelsesorden før og etter mudring i Nyhavna, fase 2. I tillegg er påviste hot-spots fjernet.

- Gjennomsnittskonsentrasjonen i mudret og deponert masse er lavere enn forventet ut fra forundersøkelsene.

5.3 Tiltaksanalyse og måloppnåelse

- Tidligere undersøkelser viser at sedimentene i Trondheim havn og omgivelser er mest forurensset nærmest land (hovedsakelig tilstandsklasse III-V) og at forurensningen noen få hundre meter ut fra land er forholdsvis lav (tilstandsklasse I-II). Trondheim havn og omgivelser er for tiltaksanalysen inndelt i 10 delområder, hvorav 7 er vurdert som mulig forurensset. Ved tiltaksanalyser er inndelingen i delområder en utfordring. Erfaringsmessig er det ikke hensiktsmessig å ha mange og små delområder. Dersom det er mulig bør geografiske og/eller forurensningsmessige skiller brukes i inndelingen.
- Tiltaksanalysen skal relateres til miljømål (ambisjonsnivåer). I Trondheim er forslag til miljømål definert med fire ambisjonsnivåer (inkludert null-alternativet), hvor det mest ambisiøse sier at miljøtilstanden i fjorden skal være slik at miljøgifter ikke har noen økologiske effekter på biota. Det mest omdiskuterte miljømålet omhandler heving av kostholdsråd. Det er på senere tid reist tvil om heving av kostholdsråd er et realistisk mål for opprydding i norske fjorder. Konkretisering av miljømål er svært vanskelig når tiltaket ikke er helhetlig og kun omfatter delområder av et større forurensset område. Det bør imidlertid vurderes å formulere ”lokale” miljømål også for slike tiltak, men disse må da ses i et langsiktig perspektiv.

5.4 Kontroll og dokumentasjon

Generelt

- Erfaringen fra pilotprosjektet viser et behov for systematiske forundersøkelser, både som grunnlag for planlegging av mudringen og for å dokumentere effekten av tiltaket. Forundersøkelser bør omfatte kartlegging av bunntopografi i tillegg til forurensningenes horisontale og vertikale utbredelse. Fremtidige tiltaksundersøkelser bør fokusere mindre på analyser i topplaget og i stedet omfatte flere analyser ned til større dybde. Kjerneprøver med kun massebeskrivelse vil ofte være et godt supplement til kjemiske analyser.
- Sementbasert stabilisering av forurensede sedimenter påvirker redoks-forhold, pH og andre kjemiske forhold. Erfaringene i Pilotprosjektet i Trondheim havn har vist at det er store svakheter i dagens analysemetoder for å vurdere utlekkingspotensialet av forurensede marine sedimenter generelt og spesielt for stabiliserte sedimenter. Mer realistiske tester er tidkrevende, og dette må hensyntas i prosjektplanleggingen.
- Det er generelt vanskelig å relatere overvåkingresultatene til mudringen. Andre kilder eller tilførsler vil åpenbart innvirke på resultatene og tolkningen av disse. Eksempelvis gjør transport av forurensninger i Nidelva det vanskelig å relatere

resultatene til mudringsarbeidet i Trondheim havn. Tolkingen blir derfor ofte vanskelig og vag.

- Ved den type mudring som er utført i Trondheim havn er det den partikulære transporten som er dominerende. Spesielt gjelder dette for organiske miljøgifter som er sterkt bundet til partikler og er lite vannløselige.
- Viktigste hjelpemiddel til vurdering av utlekking fra deponiet er pr i dag dokumentasjon av redusert permeabilitet etter stabilisering, samt kontroll av deponiet som viser at det foregår svært liten strømming gjennom de stabiliserte massene.

Overvåking ved hjelp av sedimentfeller og passive prøvetakere

- Overvåking ved hjelp av sedimentfeller og passive prøvetakere er teknisk sett fullt mulig å gjennomføre i trafikkerte havneområder, men medfører normalt et tap av overvåkingsstasjoner. Dette må tas høyde for ved planlegging av overvåkingsprogram og utsetting av stasjoner. Antall overvåkingsstasjoner er et kostnadsspørsmål, men basert på erfaring bør antall stasjoner i hvert transekt minimum være 4-5 stk.
- Overvåking ved hjelp av sedimentfeller og passive prøvetakere gir ikke resultater umiddelbart, og er ikke egnet til å påvise uakseptabel spredning av forurenset sediment under tiltaket og eventuelt korrigere dette. Metoden er egnet som et supplement til overvåking av f eks turbiditet for å vurdere effekter av tiltaket i etterkant. Metoden er også egnet til å påvise trender og transekter som følge av en punktkilde som f eks mudring.
- Det er vanskelig å vurdere om resultatet fra passive prøvetakere representerer høye eller lave konsentrasjoner. Dette skyldes først og fremst at det foreligger lite erfaringsmateriale fra tilsvarende undersøkelser. Metoden er derfor best egnet til å vurdere den relative belastningen på de ulike stasjonene. Det er viktig å være klar over at passive prøvetakere ikke er godt egnet for overvåking av TBT og kvikksølv.
- Totalt sett er bruk av sedimentfeller og passive prøvetakere i overvåkingssammenheng relativt dyrt. Det er de passive prøvetakerne som medfører de største kostnadene. Grunnen til dette er relativt dyre analyser og utstyrsleie. Det er imidlertid sannsynlig at kostnadene forbundet med bruk og analyser av passive prøvetakere vil bli rimeligere, og mer sammenlignbart med tradisjonelle analyser.

5.5 Finansiering, kostnader, nytte vurderinger

- Kostnaden ved tiltak avhenger av graden av miljøkrav som påvirker logistikken i tiltaksgjennomføringen.
- Kost-nytte vurderingen viser at stabilisering av forurensede sedimenter er en konkurransedyktig tiltaksmetode i Norge. Stabilisering vil være spesielt attraktivt i de tilfeller hvor tiltakshaver kan bruke de stabiliserte massene for å opprette nye landarealer, slik det er blitt gjort i Trondheim havn. Kostnaden for et større stabiliseringsprosjekt ($>100\,000\text{ m}^3$ forurensede sedimenter) vil ligge på ca. 300 kr/ m^3 ($<200\text{ kr/tonn}$). Dette inkluderer mudring, transport og stabilisering. Eventuell kostnad for disponering (for eksempel etablering av deponi) kommer i

tillegg. I Trondheim har etablering av strandkantdeponi kostet ca. 100 kr/m³ forurensert (stabilisert) sediment som er deponert.

- Pr i dag er det ikke lønnsomt å erstatte sement med andre rimeligere bindemidler. Dette forventes å forandre seg på sikt etter hvert som myndighetene øker gebyrer på deponering av aktuelle restprodukter som f eks filteraske.
- Vurdering av tiltakets nytteverdi bør være basert på mer langsiktig overvåking enn det som er praksis i dag. Dette krever også kunnskap om trender før tiltaksgjennomføring.
- Det finnes i dag virkemidler for å etablere lokale tiltaksfond gjennom eksisterende avgifter. Dette krever imidlertid en politisk beslutning, og erfaringene fra Trondheim kommune viser at det pr i dag er vanskelig å oppnå politisk flertall for å øke eksisterende avgifter til dette formålet. Videre er det klart at det ikke er mulig å identifisere mange av de ansvarlige for forurensningene. Det er derfor nødvendig at staten selv må bidra med betydelige beløp for å nå de nasjonale målsettingene mhp opprydding i forurensede sedimenter.

6 GJENSTÅENDE KUNNSKAPSHULL

- Det er behov for ytterligere kunnskap generelt om effekter av gjennomførte tiltak. Det er også viktig at effekten av tiltakene vurderes i forhold til effekten ved ikke å gjennomføre noen tiltak. Slike vurderinger må også inkludere langtidsvirkninger.
- For både forurensede sedimenter og konkret for stabilisert materiale er det behov for utvikling av egnede metoder for å vurdere utlekking. Dette er særlig viktig for eventuell fremtidig bruk av restprodukter, enten som bindemiddel ved stabilisering eller som tildekkingsmateriale.
- Det er vist at det er en del gjenværende forurensning etter mudring uansett mudringsmetode. Det er et klart behov for å vurdere hvor stor betydning det gjenværende forurensede laget har. Det er klart ønskelig å benytte så skånsomme mudringsmetoder som mulig. Dette gir i dag en stor merkostnad. Det bør vurderes i hvor stor grad det er viktig å stille krav til "helt rent" mot å eventuelt akseptere noe gjenværende forurensning mot at et det kan gjennomføres tiltak i et større område for samme kostnad. Det er en forutsetning at slike betraktninger gjøres for aktive havneområder hvor det i dag pågår stor oppvirvling og er begrenset seilingsdybde.
- Det er dokumentert at den partikulære spredningen av forurensning er dominerende ved denne type mudring. Det er imidlertid grunnlag for å vurdere hvor stor effekt partikulær spredning har i forhold til vannløst spredning av forurensninger.
- Det er behov for bedre dokumentasjon av den reelle spredningen av forurensninger fra strandkantdeponier, både for deponier med stabiliserte og ustabiliserte sedimenter.
- Det foreligger ikke tilstrekkelig dokumentasjon av langtidseffekter på stabilisert materiale, hverken med hensyn på fysiske eller kjemiske egenskaper.
- Kost-nytte vurderingen viser at det er behov for å videreutvikle metoder for å vurdere nytteverdi og effekt av tiltak i forurensede sedimenter.